

**WIP. Zadania. Ruch obrotowy.** (przyjmując  $g=10 \text{ m/s}^2$ )

1. Ze szczytu równi pochyłej o kącie nachylenia do poziomu  $= 30^\circ$  i wysokości  $h = 2,5 \text{ m}$  staczają się bez poślizgu:  
(1) cienka obręcz, (2) pełen krążek, każde o masie  $m=0,4 \text{ kg}$  i promieniu  $R = 10 \text{ cm}$ . Oblicz dla każdej z brył obrotowych:  
a) przyspieszenie kątowe oraz przyspieszenie liniowe środka masy;  
b) jaki powinien być współczynnik tarcia statycznego między równią a powierzchnią bryły, aby bryła stoczyła się bez poślizgu?  
c) prędkość kątową oraz prędkość liniową środka masy u podstawy równi; d) czas staczania się do podstawy równi.
2. W koniec pręta o długości  $l = 2 \text{ m}$  i masie  $M = 8 \text{ kg}$  leżącego na gładkim, poziomym podłożu uderza prostopadle krążek o masie  $m = 0,5 \text{ kg}$ , poruszający się z prędkością  $v_0 = 10 \text{ m/s}$ . Zderzenie jest doskonale sprężyste. Oblicz:  
a) prędkość kątową pręta po zderzeniu; b) prędkość liniową  $u$  środka masy pręta po zderzeniu;  
c) prędkość liniową  $v$  krążka po zderzeniu.
3. Bryła kitu o masie  $m = 2 \text{ kg}$  leci z prędkością  $v = 10 \text{ m/s}$  w kierunku prostopadłym do pręta o takiej samej masie  $m$  i długości  $l = 1 \text{ m}$ , który leży na gładkim, poziomym stole. Kit uderza w koniec pręta i przykleja się do niego. Oblicz:  
a) prędkość kątową pręta z kitem po zderzeniu; b) prędkość liniową  $u$  środka masy pręta z kitem po zderzeniu;  
c) zmianę energii kinetycznej układu  $K$  podczas zderzenia.
4. Na środku stolika, który może się obracać bez tarcia wokół pionowej osi, stoi człowiek o masie  $M = 80 \text{ kg}$  i trzyma w obu dłoniach hantle o masie  $m = 2 \text{ kg}$  każda. Początkowo człowiek ma rozłożone szeroko ramiona a stolik zostaje wprowadzony w ruch obrotowy o częstotliwości  $f_1 = 0,5 \text{ Hz}$ . Następnie człowiek zgina ramiona ściągając hantle ku tułowiu (jedną na piersi, drugą na plecy). Rozpiętość rozłożonych ramion wynosi  $160 \text{ cm}$ , natomiast hantle przyciśnięte do ciała znajdują się  $20 \text{ cm}$  od siebie, w obu przypadkach symetrycznie względem osi obrotu. Potraktuj ciało człowieka jak jednorodny walec o promieniu  $R = 15 \text{ cm}$  i zaniedbaj wpływ ułożenia ramion na moment bezwładności człowieka. Zaniedbaj także moment bezwładności stolika. Oblicz:  
a) częstotliwość  $f_2$  obrotów człowieka po ściągnięciu ramion; b) zmianę energii kinetycznej układu  $E$  na skutek ściągnięcia hantli.
5. W czasie ćwiczeń na miękkim materacu upadasz swobodnie z pozycji pionowej zachowując sztywną postawę na baczność i nie odrywając stóp od materaca. Traktując swoje ciało jak jednorodny cienki pręt, oblicz:  
a) swoją prędkość kątową w chwili zetknięcia się z materacem;  
b) swoje przyspieszenie kątowe  $\alpha$  tuż przed zetknięciem się z materacem;  
c) prędkość  $v$  czubka swojej głowy w chwili zetknięcia się z materacem.
6. Klocek o masie  $m=0,5 \text{ kg}$ , przyczepiony do ściany za pomocą poziomej sprężyny, wykonuje drgania o amplitudzie  $x_0=10 \text{ cm}$  i okresie  $T=1,0 \text{ s}$  poruszając się bez tarcia po poziomej powierzchni. Masę sprężyny zaniedbujemy. Oblicz:  
a) stałą sprężyny  $k$ ; b) największą prędkość klocka; c) całkowitą energię tego oscylatora;  
d) energię potencjalną, energię kinetyczną i prędkość klocka w chwili, gdy wychylenie z położenia równowagi jest  $x=4 \text{ cm}$ .

**Odpowiedzi:**

1. a)  $\alpha_1 = 25,0 \text{ s}^{-2}$ ;  $a_1 = 2,50 \text{ m/s}^2$ ;  $\alpha_2 = 33,3 \text{ s}^{-2}$ ;  $a_2 = 3,33 \text{ m/s}^2$ ; b)  $\mu_1 > 0,289$ ;  $\mu_2 > 0,193$ ;  
c)  $v_1 = 50,0 \text{ s}^{-1}$ ;  $v_1 = 5,00 \text{ m/s}$ ;  $v_2 = 57,74 \text{ s}^{-1}$ ;  $v_2 = 5,77 \text{ m/s}$ ; d)  $t_1 = 2,00 \text{ s}$ ;  $t_2 = 1,73 \text{ s}$ .
2. a)  $= 3,0 \text{ s}^{-1}$ ; b)  $u = 1,0 \text{ m/s}$ ; c)  $v = 6,0 \text{ m/s}$ .
3. a)  $= 12,0 \text{ s}^{-1}$ ; b)  $u = 5,0 \text{ m/s}$ ; c)  $K = -20 \text{ J}$  (spadek).
4. a)  $f_1 = 1,84 \text{ Hz}$ ; b)  $K = 45,75 \text{ J}$  (wzrost).
5. przy wzroście  $180 \text{ cm}$ : a)  $= 4,08 \text{ s}^{-1}$ ; b)  $\alpha = 8,33 \text{ s}^{-2}$ ; c)  $v = 7,35 \text{ m/s}$ .
6. a)  $k=19,74 \text{ N/m}$ ; b)  $v_0=0.63 \text{ m/s}$ ; c)  $E_c=0,099 \text{ J}$ ; d)  $U=0,016 \text{ J}$ ;  $K= 0,083 \text{ J}$ ;  $v=0,58 \text{ m/s}$ .